

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/001312

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 007 830.0  
Filing date: 18 February 2004 (18.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 June 2005 (03.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

16 APR 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 007 830.0  
**Anmeldetag:** 18. Februar 2004  
**Anmelder/Inhaber:** ISRA Vision Systems AG,  
64297 Darmstadt/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zur Lokalisierung von Fehlstellen und  
Markiersystem  
**IPC:** G 01 N, G 01 B, G 05 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 06. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Stanschus

## Verfahren zur Lokalisierung von Fehlstellen und Markiersystem

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lokalisieren von Fehlstellen auf einem dreidimensionalen Objekt, insbesondere auf dessen Oberfläche, wobei die Fehlstellen mit einer optischen Aufnahmeeinrichtung aufgefunden und lokalisiert werden, sowie ein entsprechendes Markiersystem. Die Erfindung eignet sich bspw. für die Erkennung von Lackfehlern.

10

Derartige Inspektionssysteme sind bspw. zur Inspektion von Lackoberflächen von Karossen bereits bekannt. Bei den bisher bekannten Systemen besteht jedoch die Schwierigkeit, den einmal erkannten Fehler mit ausreichender Präzision auch auf dem Objekt zu lokalisieren oder zu markieren, da in der Zuordnung der Fehlerposition zu dem Objekt Ungenauigkeiten auftreten.

15

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Möglichkeit vorzuschlagen, eine auf einem dreidimensionalen Objekt erkannte Fehlstelle mit hoher Genauigkeit zu lokalisieren und ggf. zu markieren.

25

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art im Wesentlichen dadurch gelöst, dass die Konstruktionsdaten des Objektes, die optischen Abbildungseigenschaften der Aufnahmeeinrichtung und die Position der optischen Aufnahmeeinrichtung und des Objekts bei der Bildaufnahme bekannt sind und dass daraus der Fehlerort auf dem Objekt bestimmt wird. Bei bekannten Verfahren wird der Fehlerort einer erkannten Fehlstelle unabhängig von dem Objekt im dreidimensionalen Raum des Inspektionssystems bestimmt. Dabei muss der Fehler entweder sofort markiert oder die Bewegung des Objektes genau nachvollzogen werden, um den Fehler auch später noch lokalisieren und markieren zu können. Da es bei dem Transport der dreidimensionalen Objekte

30

immer wieder zu unvorhergesehenen und nicht registrierten Verschiebungen kommen kann, ist diese Methode nur ungenau. Erfindungsgemäß ist dagegen vorgesehen, den Fehlerort direkt auf dem Objekt relativ zu dessen Koordinaten bzw. zu definierten Bezugspunkten auf dem Objekt festzulegen. Dies ist möglich, da neben den optischen Abbildungseigenschaften der Aufnahmeeinrichtung, der Position der optischen Aufnahmeeinrichtung und des Objektes bei der Bildaufnahme auch die Konstruktionsdaten des Objektes in elektronischer Form bekannt sind, so dass die Fehlstelle auf dem dreidimensionalen Objekt eindeutig einer vorgegebenen Position auf dem Objekt zugeordnet werden kann. Dadurch lassen sich die einmal erkannten Fehlerorte auch dann zuverlässig wiederfinden, wenn die räumliche Zuordnung des Objekts zu dem Inspektionssystem verloren geht. In diesem Fall muss lediglich die Position des Objektes neu vermessen werden.

Dazu wird der Fehlerort vorzugsweise im Koordinatensystem des Objektes bestimmt, welches insbesondere das Koordinatensystem der Konstruktionsdaten, bspw. der CAD-Daten und/oder sensorisch ermittelten Daten, ist. In dem Koordinatensystem der Konstruktionsdaten ist der Fehler relativ zum Objekt genau festgelegt, so dass es nicht notwendig ist, die Bewegung des Objektes im Raum genau nachzuvollziehen, um den Fehler später lokalisieren, ggf. markieren und/oder automatisch beheben zu können. Die Konstruktionsdaten können bspw. als CAD-Daten von der Konstruktion des Objekts bereits bekannt sein. Es ist erfindungsgemäß jedoch auch möglich, die relevanten Konstruktionsdaten aus Sensordaten, bspw. durch Aufnahme und Auswertung von Bildern, Abtastung oder dgl. zu erzeugen. In diesem Fall ist ein selbsttätiges Erlernen der notwendigen Konstruktionsdaten des Objektes möglich, so dass diese nicht gesondert vorgegeben werden oder im Vorhinein bekannt sein müssen. Die Abspeicherung der Daten erfolgt dann automatisch. Die Ermittlung der Konstruktionsdaten aus Sensordaten kann auch dazu verwendet werden, bereits vorhandene

Konstruktionsdaten in ihrer Genauigkeit zu verbessern bzw. deren Auflösung zu verfeinern.

5 Eine bevorzugte Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Fehlerort an eine Markiereinrichtung übertragen wird, welche den Fehlerort auf dem Objekt markiert. Wenn die Auswerteeinrichtung der Aufnahmeeinrichtung den Fehler nicht nur erkennt, sondern auch klassifiziert, ist es möglich, je nach Fehlertyp eine unterschiedliche Markierung aufzubringen, so dass der Fehlertyp anhand der Markierung identifiziert werden kann. Dies ist für  
10 eine einfache und schnelle Nachbearbeitung der Fehlstellen zur Behebung der Fehler besonders vorteilhaft. Außerdem können die Markierungen erfindungsgemäß nicht genau auf dem Fehler, sondern neben dem Fehler angebracht werden, um diesen nicht zu verdecken. Dabei hängt die Richtung und das Ausmaß der Verschiebung vorzugsweise von der Lage des Fehlers auf dem Objekt ab.

15 Erfindungsgemäß kann auch vorgesehen werden, dass die Anfahrbahn für die Markiereinrichtung aus den Konstruktionsdaten des Objektes, den Positionsdaten des Objektes und/oder vorher definierten zulässigen Bewegungsbereichen der Markierungseinrichtung automatisch ermittelt wird. Dabei kann die Markiereinrichtung insbesondere an einer Bewegungseinrichtung angebracht sein, an der die Markiereinrichtung einfach in verschiedenen Freiheitsgraden im Raum bewegbar ist. Die Bewegungseinrichtung kann bspw. ein Roboter, ein Manipulator, ein Handhabungsgerät oder eine mehrachsige Verfahreinheit mit definierten Bewegungsachsen sein. Dadurch kann für die Markiereinrichtung eine automatische Berechnung einer kollisionsfreien Anfahrbahn zu der Markierposition aus  
25 den Konstruktions- bzw. CAD-Daten des Objektes und vorher definierten zulässigen Arbeitsbereichen der Bewegungseinrichtungen durchgeführt werden.

30 Zusätzlich zu der Markierung der Fehlerorte auf dem dreidimensionalen Objekt selbst können die Fehlerorte erfindungsgemäß auch auf einer Anzeige, insbe-

sondere einem Ausdruck oder einem Bildschirm, angezeigt werden. Dies dient zur Dokumentation der Fehlstellen und verschafft einen einfachen Überblick über sämtliche Fehler. Dabei kann, sofern die Aufnahmeeinrichtung einen Fehler-  
typ ermittelt hat, auch dieser mit angegeben werden.

5

Um die Genauigkeit bei der Lokalisierung der Fehlerorte auf dem Objekt weiter zu erhöhen, kann die optische Aufnahmeeinrichtung dreidimensional kalibriert und die Position des Objektes durch einen Vergleich von Konstruktionsdaten und aufgenommenen Bildern genau bestimmt werden. Mit dieser Art der Fein-  
positionierung ist es möglich, eine sehr genaue Zuordnung der in den aufgenom-  
menen Bildern ermittelten Fehlstellen zu den Konstruktionsdaten des dreidimensionalen Objektes herzustellen. Auch die Markiereinrichtung bzw. ein Markiersystem können über eine optische Aufnahmeeinrichtung verfügen, um das Objekt relativ zu der Markiereinrichtung auf dieselbe Weise fein zu positionieren. Dies kann insbesondere dann von Bedeutung sein, wenn es nötig ist, die Fehler mit hoher Präzision zu markieren oder aus anderen Gründen sehr genau anzusteuern. Insbesondere können Objekt, Aufnahmeeinrichtung sowie ggf. eine oder mehrere Bewegungseinrichtungen dreidimensional aufeinander kalibriert werden, so dass ihre Positionen in einem Koordinatensystem relativ zueinander bekannt sind.

10

15

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Markiersystem für bei einer Inspektion festgestellte Fehler auf einem Objekt, das sich insbesondere zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens eignet. Das Markiersystem weist einen Markierkopf und eine Bewegungseinrichtung auf, wobei die Bewegungseinrichtung den Markierkopf aufgrund von Konstruktionsdaten des Objektes und von übermittelten Positionsdaten der Fehlerorte auf dem Objekt an die Fehlerorte positioniert. Dadurch ist in jedem Fall eine genaue Zuordnung der Fehlerorte relativ zu dem dreidimensionalen Objekt möglich. Das Markiersystem kann erfindungsgemäß besonders vorteilhaft mit einem Inspektionssystem kombiniert

25

30

werden, welches den Fehlerort einer bekannten Fehlstelle auf dem Objekt bestimmt, bspw. im Koordinatensystem der Konstruktionsdaten des Objekts oder relativ zu bestimmten Bezugspunkten auf dem Objekt.

- 5      Gemäß einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Markiersystems können mehrere Markierköpfe vorgesehen sein, die unabhängig voneinander positionierbar und/oder aktivierbar sind. Durch diese Unterteilung des Markiersystems in mehrere Teilsysteme wird erreicht, dass die Fehlerorte auf dem dreidimensionalen Objekt besonders schnell markiert werden können, da  
10      die Teilsysteme insbesondere parallel zueinander arbeiten können.

- 15      In Weiterführung dieses Erfindungsgedankens kann eine Vielzahl von Markierköpfen vorgesehen und über einen möglichen zu markierenden Bereich des Objektes verteilt insbesondere fest angeordnet sein, wobei die Bewegungseinrichtung bspw. nur den Abstand eines zu aktivierenden Markierkopfes zu dem Objekt vorgibt. Eine solche Anordnung kann sich bspw. über die gesamte Breite und/oder Höhe des zu markierenden Objekts erstrecken, wobei die Markierköpfe derart angeordnet sind, dass sie das gesamte Objekt oder die darauf möglicherweise zu markierenden Bereiche abdecken. Bei einem quer zu der Anordnung der Markierköpfe bewegten Objekt muss dann nur der richtige Zeitpunkt abgewartet werden, bis der geeignete Markierkopf aktiviert wird. Dazu kann er von einer Bewegungsrichtung in einen optimalen Abstand zu der zu markierenden Oberfläche bewegt werden, um die Markierung durchzuführen. Insbesondere bei planen Oberflächen können auch alle Markierköpfe fest angeordnet und  
25      der Abstand aller Markierköpfe mit der Bewegungseinrichtung eingestellt werden. Dies kann in Abhängigkeit von den Konstruktionsdaten des Objektes auch einmal manuell erfolgen, wenn für Objekte der derselben Art keine Änderungen des Abstands der Markierköpfe durchgeführt werden müssen. Dann muss der entsprechende Markierkopf nur aktiviert werden, wenn das relativ zu dem Markierkopf bewegte Objekt an der richtigen Position ist. Das vorbeschriebene Mar-  
30      kierkopf bewegte Objekt an der richtigen Position ist. Das vorbeschriebene Mar-

kiersystem wendet das Prinzip eines Matrixdruckers an. Um zusätzlich eine Korrektur der Position des Markierkopfes in Bewegungsrichtung des Objekts zuzulassen, kann die Bewegungseinrichtung ferner einen gewissen Bewegungsspielraum in Bewegungsrichtung des Objekts aufweisen.

5

Dazu kann eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Bewegungseinrichtung der Markierköpfe aufgrund der Konstruktionsdaten eine automatische Zuordnung des Fehlerortes zu einem Markierkopf vornehmen, der die Markierung aufbringen soll. Dabei kann das System bzw. der Bewegungsablauf so optimiert werden, dass sämtliche anzubringende Markierungen in möglichst kurzer Zeit auf das Objekt aufgebracht werden können, ohne dass sich die Teilsysteme gegenseitig behindern. Um die Gefahr einer Behinderung der Teilsysteme untereinander zu minimieren, können die verschiedenen Teilsysteme des Markiersystems auf verschiedenen Seiten des dreidimensionalen Objekts angeordnet sein.

10

15

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Dabei sind alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale Teil der vorliegenden Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbezügen.

25

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes System zum Lokalisieren von Fehlstellen auf einem dreidimensionalen Objekt. Das in Fig. 1 dargestellte System 1 zum Lokalisieren von Fehlstellen auf einem dreidimensionalen Objekt 2, insbesondere dessen Oberflächen, weist ein Inspektionssystem 13 zum Auffinden und Lokalisieren von Fehlstellen auf dem Objekt 2 mit Hilfe einer optischen Aufnahmeeinrichtung 3, 4 und ein anschließendes Markiersystem 14 auf, mit dem die bei der Inspektion festgestellten Fehler auf dem dreidimensionalen Objekt 2 markiert werden.

30



Das System 1 ist bspw. auf die Untersuchung einer lackierten Oberfläche von Karossen als zu inspizierendem Objekt 2 ausgerichtet. Es weist mehrere optische Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 auf, die zusammen mit Beleuchtungseinrichtungen zu mehreren, verteilt angeordneten Inspektionseinheiten zusammengefasst sind. Dabei bildet die stationäre Aufnahmeeinrichtung 3 ein erstes Teilsystem 6 zur Untersuchung der Seiten der Karosse 2 und eine klein- oder großflächige Aufnahmeeinrichtung 4 ein zweites Teilsystem 7 zur Untersuchung der übrigen Flächenbereiche. Es ist durchaus möglich, weitere Teilsysteme vorzusehen und die Größe der Inspektionseinheiten an die jeweiligen Gegebenheiten anzupassen. Die Teilsysteme 6, 7 sind hintereinander entlang einer als Förderband ausgebildeten Bewegungseinrichtung 9 für die Karosse 2 angeordnet, so dass die Karosse 2 gegenüber der stationären Aufnahmeeinrichtung 3 und der bspw. klein- oder großflächigen flächigen Aufnahmeeinrichtungen 4 relativ bewegt wird.

Zusätzlich ist die Aufnahmeeinrichtung 4 an einer ihr zugeordneten Bewegungseinrichtung 10 angebracht, die eine beliebige Orientierung der Aufnahmeeinrichtung 4 im Raum. Die Bewegungseinrichtung 10 ist als Manipulator ausgebildet, der eine Bewegung der Aufnahmeeinrichtung 4 in mehreren Freiheitsgraden um verschiedene Drehachsen erlaubt.

Durch die auf dem Förderband 9 bewegte Karosse 2 und durch den Manipulator 10 mit der Aufnahmeeinrichtung 4 wird eine Relativbewegung zwischen den Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 bzw. den zu Inspektionseinheiten zusammengefassten Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 und Beleuchtungseinrichtungen, und der Karosse 2 erzeugt, wobei durch die optischen Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 zu verschiedenen Zeitpunkten Bilder von den zu inspizierenden Bereichen der Oberfläche der Karosse 2 aufgenommen werden. Die aufgenommenen Bilder

werden in einer Auswerteeinrichtung 11 mit Hilfe von Bildauswertungsalgorithmen analysiert.

5 Zur Koordinierung der Relativbewegung zwischen dem dreidimensionalen Objekt 2 und den Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 und Beleuchtungseinrichtungen der Inspektionseinheiten ist eine Steuereinrichtung 12 vorgesehen, welche derart  
10 eingerichtet ist, dass eine Aufnahmeeinrichtung 3, 4, eine Beleuchtungseinrichtung und die Oberfläche während der Inspektion für jeden zu inspizierenden Bereich der Oberfläche des Körpers 2 zumindest für die Zeitdauer einer Aufnahme in mindestens einer definierten geometrischen Relation zueinander steht. Dazu  
15 kennt die Steuereinrichtung 12 bspw. durch eine Messung mit einem Sensor 8 die Position des auf dem Förderband 9 bewegten Körpers 2 und der Aufnahmeeinrichtungen 3, 4. Die an dem Manipulator 10 montierte Aufnahmeeinrichtung 4 kann auch durch die Steuereinrichtung 12 relativ zu der Position des Körpers 2 in eine vorgegebene Position gebracht werden, in der die definierte geometrische Relation zwischen der Oberfläche des Körpers 2 und der optischen Aufnahmeeinrichtung 4 und der Beleuchtungseinrichtung der Inspektionseinheit erfüllt ist. Die Ausrichtung der Oberfläche des Objektes 2 ist dabei vorzugsweise aus den bspw. in elektrischer Form vorliegenden Konstruktionsdaten, insbesondere CAD-Daten und/oder aus Sensordaten ermittelten Daten, bekannt. Wenn diese Relation erfüllt ist, wird eine Aufnahme des zu inspizierenden Bereiches gemacht und die Aufnahme durch die Auswerteeinrichtung 11 ausgewertet.

25 Wenn bei der Bildauswertung eine Fehlstelle auf der Oberfläche des Objektes 2 festgestellt wird, wird aus den Konstruktionsdaten des Objektes 2, den optischen Abbildungseigenschaften der Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 und der Position der optischen Aufnahmeeinrichtungen 3, 4 und des Objektes 2 bei der Bildaufnahme der Fehlerort auf dem Objekt 2 selbst bestimmt wird. Dabei wird der Fehlerort im Koordinatensystem der Konstruktionsdaten bestimmt, so dass der  
30 Fehlerort in einem Koordinatensystem relativ zu dem Objekt selbst vorliegt. Dies

hat den entscheidenden Vorteil, dass der Fehlerort für nachfolgende Systeme, bspw. ein Markiersystem, relativ zu Merkmalen des Objektes 2 bekannt ist, so dass der Fehlerort auf dem Objekt 2 immer wieder sehr genau festgestellt werden kann.

5

Daher ist es einfach möglich, mit einem hinter dem Inspektionssystem 13 angeordneten Markiersystem 14 die während der Inspektion festgestellten Fehler mit einer Markiereinrichtung 15 zu kennzeichnen. Dazu weist die Markiereinrichtung 15 eine als Manipulator ausgebildete Bewegungseinrichtung 16 auf, an der bspw. ein als Sprühkopf ausgebildeter Markierkopf 17 angeordnet ist. Die Bewegungseinrichtung 16 und der Markierkopf 17 werden über eine Markierungssteuerung 18 angesteuert, die mit der Steuereinrichtung 12 des Inspektionssystems 13 in Verbindung steht. Ggf. können auch mehrere Markiereinrichtungen vorgesehen werden.

10

15

Da die Karosse 2 über das Förderband 9 von dem Inspektionssystem 13 zu dem Markiersystem 14 transportiert worden ist, lassen sich die Positionskoordinaten der Karosse 2 mit Hilfe von Positionsangaben des Förderbandes 9 auch für das Markiersystem 14 bestimmen. Diese Angaben erhält die Markierungssteuerung 18 von der Steuereinrichtung 12. Gleiches gilt für die Positionsdaten der Fehlerorte auf dem Objekt 2, die durch die Auswerteeinrichtung 11 festgestellt wurden. Es ist natürlich auch möglich, die Positionskoordinaten der Karosse 2 in dem Markiersystem 14 neu zu bestimmen, bspw. durch eine Vermessung und/oder eine Feinpositionierung mittels einer Aufnahmeeinrichtung in dem Markiersystem 14 und eine Auswertung markanter, aus den Konstruktionsdaten bekannter Merkmale des Objekts 2.

25

Bei mehreren, insbesondere unabhängig voneinander positionierbaren Markierköpfen 17 ist vorgesehen, dass die Markierungssteuerung 18 aufgrund der Kon-

struktionsdaten des Objektes 2 eine automatische Zuordnung des Fehlerortes zu einem Markierkopf 17 vornimmt, der den Fehler markiert.

5 Außerdem können von der Auswerteeinrichtung 11 vorgenommene Fehlerklassifizierungen an die Markierungssteuerung 18 weitergeleitet werden, so dass unterschiedliche Typen von Fehlern durch unterschiedliche Markierungen der Markierköpfe 17 auf dem Objekt 2 gekennzeichnet werden.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren und das entsprechende System mit Inspektionssystem 13 und Markiersystem 14 haben den besonderen Vorteil, dass die Fehlerorte relativ zu dem Objekt selbst ermittelt werden, so dass eine Zuordnung der Fehlerorte zu der Oberfläche des Objektes 2 immer einfach möglich ist. Dies ist insbesondere für eine Markierung vorteilhaft.

**Bezugszeichenliste:**

5	1	System
	2	dreidimensionales Objekt, Karosse
	3, 4	optische Aufnahmeeinrichtung
	6, 7	Teilsysteme
	8	Sensor
10	9	Bewegungseinrichtung, Förderband
	10	Bewegungseinrichtung, Manipulator
	11	Auswerteeinrichtung
	12	Steuereinrichtung
	13	Inspektionssystem
15	14	Markiersystem
	15	Markiereinrichtungen
	16	Bewegungseinrichtung, Manipulator
	17	Markierkopf
	18	Markierungssteuerung

**Patentansprüche:**

- 5 1. Verfahren zum Lokalisieren von Fehlstellen auf einem dreidimensionalen Objekt (2), insbesondere dessen Oberfläche, wobei die Fehlstellen mit einer optischen Aufnahmeeinrichtung (3, 4) aufgefunden und lokalisiert werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Konstruktionsdaten des Objekts (2), die optischen Abbildungseigenschaften der Aufnahmeeinrichtung (3, 4) und die Position der optischen Aufnahmeeinrichtung (3, 4) und des Objekts (2) bei der Bildaufnahme bekannt sind und dass daraus der Fehlerort auf dem Objekt (2) bestimmt wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fehlerort im Koordinatensystem des Objekts (2), insbesondere im Koordinatensystem der Konstruktionsdaten, bestimmt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fehlerort an eine Markiereinrichtung (15) übertragen wird, welche diesen auf dem Objekt (2) markiert.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Markiereinrichtung (15) mittels einer Bewegungseinrichtung (16) über das Objekt (2) zu den Fehlerorten bewegbar ist.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anfahrbahn für die Markiereinrichtung (15) aus den Konstruktionsdaten des Objekts (2), aus Positionsdaten und/oder vorher definierten zulässigen Bewegungsbereichen der Markiereinrichtung (15) ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fehlerorte auf einer Anzeige, insbesondere einem Ausdruck oder einem Bildschirm, angezeigt werden.

5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Aufnahmeeinrichtung (3, 4) dreidimensional kalibriert ist und dass die Position des Objekts (2) durch einen Vergleich von Konstruktionsdaten und aufgenommenen Bildern genau bestimmt wird.

10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Aufnahmeeinrichtung (3, 4), das Objekt (2) und/oder eine oder alle Bewegungseinrichtungen (9, 10, 16) dreidimensional aufeinander kalibriert sind.

15 9. Markiersystem für bei einer Inspektion festgestellte Fehler auf einem Objekt, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einem Markierkopf (17) und einer Bewegungseinrichtung (16), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegungseinrichtung (16) den Markierkopf (17) aufgrund von Konstruktionsdaten des Objekts (2) und von übermittelten Positionsdaten der Fehlerorte auf dem Objekt (2) an die Fehlerorte positioniert.

25 10. Markiersystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Markierköpfe (17) vorgesehen sind, die unabhängig voneinander positionierbar und/oder aktivierbar sind.

11. Markiersystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Vielzahl von Markierköpfen (17) vorgesehen und über einen möglichen zu markierenden Bereich des Objektes verteilt angeordnet ist, wobei die Bewegungs-

einrichtung (16) den Abstand eines zu aktivierenden Markierkopfes (17) zu dem Objekt (2) vorgibt.

- 5 12. Markiersystem nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Markierungssteuerung (18) zur Steuerung der Bewegungseinrichtungen (16) für die Markierköpfe (17) aufgrund der Konstruktionsdaten eine automatische Zuordnung eines Fehlerorts zu einem Markierkopf (17) vornimmt.



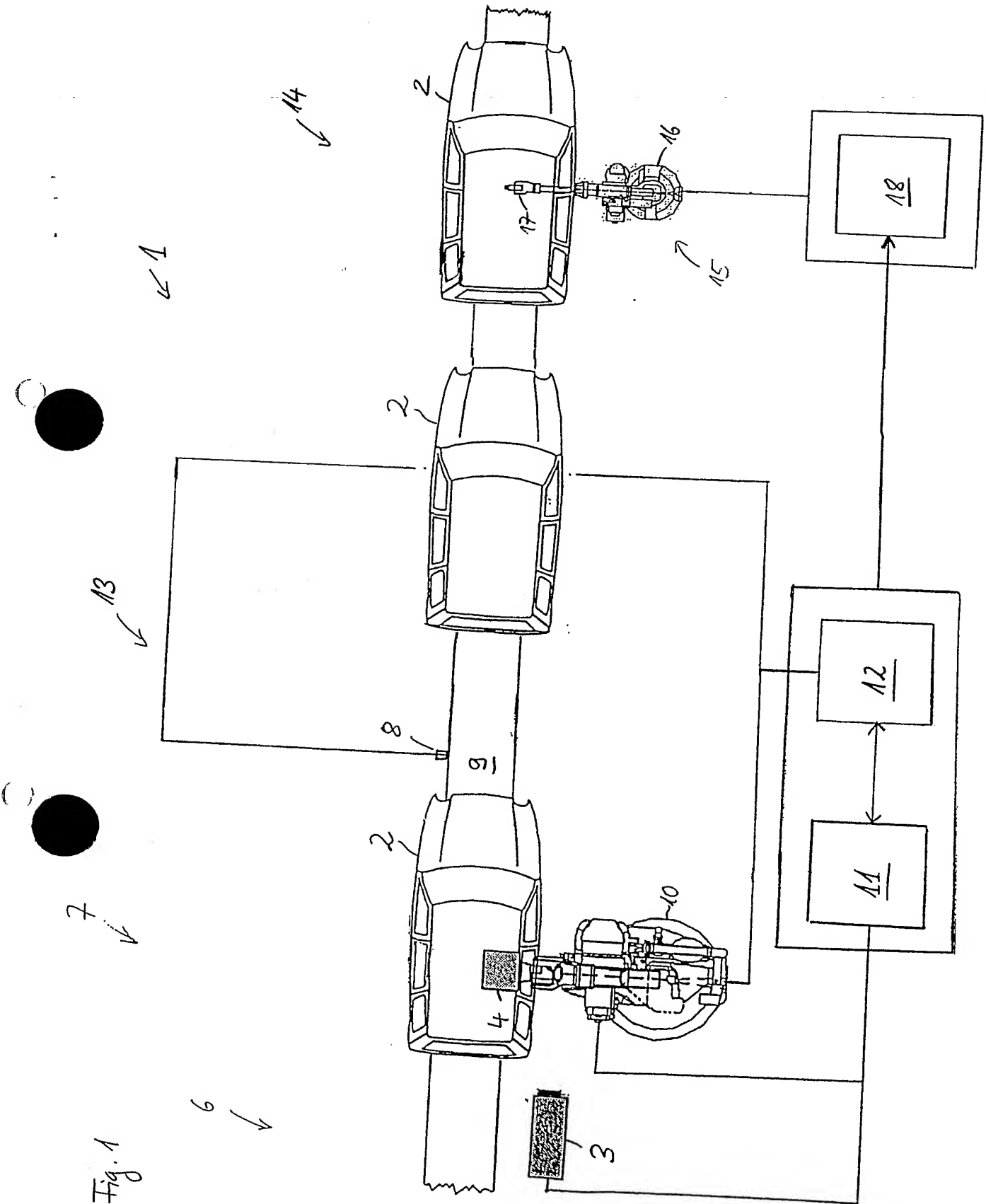


Fig. 1

ISRA  
Vision Systems AG  
Industriestraße 14  
64297 Darmstadt

Zusammenfassung:

### **Verfahren zur Lokalisierung von Fehlstellen und Markiersystem**

Es wird ein Verfahren und ein Markiersystem zum Lokalisieren von Fehlstellen auf einem dreidimensionalen Objekt (2), insbesondere dessen Oberfläche, angegeben, wobei die Fehlstellen mit einer optischen Aufnahmeeinrichtung (3, 4) aufgefunden und lokalisiert werden. Um eine Fehlstelle mit hoher Genauigkeit zu lokalisieren wird vorgeschlagen, dass die Konstruktionsdaten des Objekts (2), die optischen Abbildungseigenschaften der Aufnahmeeinrichtung (3, 4) und die Position der optischen Aufnahmeeinrichtung (3, 4) und des Objekts (2) bei der Bildaufnahme bekannt sind und dass daraus der Fehlerort auf dem Objekt (2) bestimmt und ggf. markiert wird.  
(Fig. 1)

